

## 明 細 書

### マイクロストリップ線路型方向性結合器およびこれを用いた通信機装置 技術分野

[0001] 本発明は、マイクロ波帯、ミリ波帯において使用される方向性結合器と、これを用いた通信機装置に関するものである。

### 背景技術

[0002] 準マイクロ波帯あるいはマイクロ波帯を使用した携帯電話等の基地局では、その送信用電力を監視するために方向性結合器が使用されている。携帯電話等の基地局における高周波フロントエンド部は、誘電体共振器を用いた送信用あるいは受信用のフィルタや低雑音増幅器等から構成され、送受信用アンテナと接続されている。この高周波フロントエンド部は、基地局が所定エリア内の通信を可能にするために必要な電力を送信しているかを監視し、その監視結果を基に、安定して電力を送信できる回路構成となっている。方向性結合器は、この送信電力を監視するために使用され、送受信用アンテナと高周波フロントエンド部との間に配置されている。また回路内の主線路と結合させるための結合用線路としては、作製が容易で、かつ各種形状の線路と結合を得やすいという特徴を持つマイクロストリップ線路がよく使用される。

[0003] 特許文献1では導波管を主線路として使用した回路において、その導波管にマイクロストリップ線路を挿入した方向性結合器が示されている。導波管にマイクロストリップ型結合用線路を挿入することにより、導波管内の電磁界がマイクロストリップ線路と高周波的に結合し、導波管内の電力の一部を外部へ取り出すことができる。

[0004] しかしマイクロストリップ線路を導波管に挿入したとき、基板裏面の接地電極の影響により、導波管との方向性を特定することが難しくなるという問題があった。そこで特許文献1では、導波管の電磁界とマイクロストリップ線路が結合する結合線路部分の長さ方向全体の裏面接地電極をその線路幅方向に所定寸法だけ後退させることにより方向性を改善している。所定寸法の導波管とマイクロストリップ線路を用いた場合、裏面接地電極を結合線路部分の線路幅方向に所定量だけ後退させることにより20 dB程度まで方向性が改善されることが分かっている。また特許文献1は導波管との

接続時に方向性を改善する目的で裏面接地電極を所定の形状にしているが、導波管の代わりに同軸線路の中心導体を主導体とした構造でも同様な効果を得ることができる。

特許文献1:特開平2-26103号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0005] しかし特許文献1の構造では、裏面接地電極をマイクロストリップ線路と導波管が結合している結合線路部全体について線路幅方向に後退させているため、電極パターン形成時のマイクロストリップ線路と接地電極とのわずかな位置ずれによっても方向性が大きく変化するという課題がある。特許文献1の構造を同軸線路との結合に用いた図5の構造により、この課題を説明する。

[0006] 図5は、同軸線路に結合したマイクロストリップ線路の線路部を形成した基板表面を切断面として切断したときの概略断面図である。図5のような構造の方向性結合器において、マイクロストリップ線路40に流れる電流の方向性を得るためには、同軸線路41の中心導体42(以下、「主線路」という。)とマイクロストリップ線路40間に発生する磁界結合の強度を電界結合の強度と同等にする必要がある。図5(a)は、主線路42に発生する磁界により両線路が結合したときのマイクロストリップ線路40に流れる電流の向きを示したものである。主線路42を流れる電流により、主線路42の周囲には環状の磁界44が発生する。この磁界44中にマイクロストリップ線路40を形成した基板45を挿入し、主線路42にマイクロストリップ線路40を近づけると、主線路42とマイクロストリップ線路40が磁界44により結合する。このときマイクロストリップ線路40の結合線路部47に誘導電流46が発生する。この誘導電流46はマイクロストリップ線路40の一方端から他方端に流れる。

[0007] 一方図5(b)は、主線路とマイクロストリップ線路との間に発生する容量により両線路が電界結合したときのマイクロストリップ線路に流れる電流の向きを示したものである。マイクロストリップ線路40を主線路42に近づけたとき、主線路42とマイクロストリップ線路40間に結合容量48が発生し、両線路が電界結合する。このとき結合線路部47の中点からマイクロストリップ線路40の両端49、50にかけてほぼ対称な電界強度分

布となっているため、マイクロストリップ線路40の両端49、50には同方向に同じ大きさの電流51、52が発生する。

[0008] このように主線路とマイクロストリップ線路を近接配置して方向性結合器を構成した場合、両線路間には磁界結合と電界結合が共に発生し、それに対応した電流がマイクロストリップ線路に流れる。図5において、電界結合量と磁界結合量が同じであった場合、磁界結合により発生するマイクロストリップ線路の他方端50へ流れ込む電流46の大きさと、電界結合により発生するマイクロストリップ線路の一方端49へ流れ込む電流51がほぼ同値となるため、一方端49へは電流が流れず、他方端50にのみ電流が流れ込む状態になる。このため、マイクロストリップ線路に流れる電流の方向性が決まり、方向性結合器の方向性を得ることができる。そして他方端50にモニタ回路を接続すれば、主線路42を通過する電力43を監視することができる。

[0009] 特許文献1では、結合線路部分に対向している接地電極を所定量だけ線路幅方向に後退させることにより、マイクロストリップ線路と接地電極間の電界強度を変化させ、マイクロストリップ線路と主線路間の磁界結合量と電界結合量を同等にして方向性を得ている。しかし結合線路部分に対向している接地電極全体を後退させているため、接地電極の後退量による両線路間に発生する磁界結合量と電界結合量の変化量が大きくなる。このため、電極パターン形成時等に接地電極とマイクロストリップ線路との位置ずれが発生すると、両線路間の磁界結合量と電界結合量のどちらかが大きくなるため方向性が得られなくなるという問題が発生する。

#### 課題を解決するための手段

[0010] 上記課題を解決するために本発明の方向性結合器は、基板の一方主面に設けられた接地電極と、前記基板の他方主面に設けられて前記接地電極とともにマイクロストリップ線路を構成する線路部と、前記線路部の一部である結合線路部と高周波的に結合するように略平行に配置された主線路とからなる方向性結合器において、前記結合線路部と前記基板を介して対向する前記接地電極の一部を前記基板の縁端部から前記結合線路部の線路幅の方向に少なくとも前記結合線路部を含んで切り欠いたことを特徴としている。

[0011] 本発明の構造では、マイクロストリップ線路の結合線路部に対向する接地電極の一

部をマイクロストリップ線路の線路幅方向に少なくとも結合線路部の線路を含むように切り欠いているため、マイクロストリップ線路の結合線路部と接地電極との位置ずれによる方向性の変化を小さくすることができる。

[0012] また本発明では、前記接地電極を切り欠いた部分を前記結合線路部の長さ方向の両端部に設けたことを特徴としている。

[0013] 本発明の構造では、接地電極を切り欠いた部分を結合線路部の両端部に設けている。結合線路部の長さ方向の中央部は、基板表面の線路部と基板裏面の接地電極との間に発生する電界の強度が強い部分である。この結合線路部の中央部の接地電極を残しておくことにより、結合線路部分と接地電極間の電界結合量を容易に制御できるため、方向性の制御も容易にすることができる。

[0014] また本発明では、前記接地電極を切り欠いた部分が、前記接地電極を切り欠いていない部分よりも前記結合線路部と前記接地電極との間に生じる電界強度が弱い部分であることを特徴としている。

[0015] 本発明の構造では、結合線路部分と接地電極間の電界結合が強い部分に切り欠きを設けているため、結合線路部分と接地電極間の電界結合を容易に制御でき、方向性の制御も容易にすることができる。

[0016] また本発明では、前記主線路が同軸線路の中心導体である回路にも使用することができる。

### 発明の効果

[0017] 本発明のように、基板の一方主面に設けられた接地電極と、前記基板の他方主面に設けられて前記接地電極とともにマイクロストリップ線路を構成する線路部と、前記線路部の一部である結合線路部と高周波的に結合するように略平行に配置された主線路とからなる方向性結合器において、前記結合線路部と前記基板を介して対向する前記接地電極の一部を前記基板の縁端部から前記結合線路部の線路幅の方向に少なくとも前記結合線路部を含んで切り欠いたことにより、送信電力を監視するために必要な方向性を得ることができ、電極パターン形成時の線路部と接地電極との位置ずれによる方向性の変化も小さくすることができる。

### 図面の簡単な説明

[0018] [図1]第1の実施形態における方向性結合器の概略平面図と概略断面図である。

[図2]第1の実施形態における方向性結合器のマイクロストリップ線路部の概略図で、同図(a)は表面図、同図(b)は裏面図である。

[図3](a)は第2の実施形態における方向性結合器の接地電極を示す概略平面図である。(b)は第3の実施形態における方向性結合器の接地電極を示す概略平面図である。(c)は第4の実施形態における方向性結合器の接地電極を示す概略平面図である。

[図4]第5の実施形態における方向性結合器の概略断面図である。

[図5]マイクロストリップ線路と主線路との結合状態を示す概略平面図である。

#### 符号の説明

- [0019] 1, 31, 45 基板  
2, 30, 40 マイクロストリップ線路の線路部  
3, 32, 42 主線路  
4 結合間隔  
5 外導体  
6 スルーホール  
7, 33 接地電極  
12 終端抵抗  
13, 20, 21, 22 切り欠き部  
44 結合磁界  
48 結合容量  
49 マイクロストリップ線路の一方端  
50 マイクロストリップ線路の他方端  
51 マイクロストリップ線路の一方端に流れる電流  
52 マイクロストリップ線路の他方端に流れる電流

#### 発明を実施するための最良の形態

[0020] まず第1の実施形態について、図1・図2を参照しつつ説明する。

外導体としてCuを使用した同軸線路の主線路と高周波的に結合するようにマイクロストリップ線路を配置した方向性結合器においてマイクロストリップ線路を形成した面

を切断面として切断したときの概略平面図を図1(a)、図1(a)のA-A'で切断したときの概略断面図を図1(b)に示す。なお図1に示す方向性結合器は、2GHz帯の携帯電話の基地局用として使用した実施形態である。本実施形態においてはガラスエポキシ基板1上に作製したマイクロストリップ線路2を主線路3から2mmの間隔4を設けて配置している。なお図1(b)に示すように、マイクロストリップ線路2を形成したガラスエポキシ基板1は、同軸線路の外導体5に設けた切り欠き部分からその内部へ挿入され、幅が5mm、厚みが0.5mmの断面が矩形状の主線路3に間隔4を設けて配置されている。なお同軸線路の中心導体と外導体の間は空気層となっている。このときガラスエポキシ基板1は、その厚み方向の中心軸が同軸線路の断面中心を通る中心軸9とほぼ一致するように配置されている。この構造によりマイクロストリップ線路2と主線路3の周囲に環状に発生する磁界同士が結合し、両線路間が磁界結合するとともに、マイクロストリップ線路2と主線路3との間に発生する容量により電界結合する。これにより同軸線路内を伝搬する高周波信号の電力を監視することができる。なお図1において、マイクロストリップ線路2の片端はスルーホール6により裏面電極7と接続され、ガラスエポキシ基板1はネジ穴8に挿入する図示しないネジにより実装基板に実装されている。

- [0021] 次に本実施形態におけるマイクロストリップ線路部分の構造と作製方法について図2を用いて説明する。図2(a)はマイクロストリップ線路2を形成した基板表面のパターンを示し、図2(b)は基板裏面のパターンおよび素子配置を示す概略平面図である。まず厚み0.8mmで、基板両面に厚み16 $\mu$ mのCu電極が形成されたガラスエポキシ基板1を用意する。そのガラスエポキシ基板1表裏面にフォトリソグラフィ技術を用いて図2(a)、(b)のような電極パターンを形成する。このとき主線路と結合するマイクロストリップ線路2は、特性インピーダンスが50 $\Omega$ となるように線幅は0.8mmとし、その線路長はガラスエポキシ基板1上の実効誘電率を考慮して1/2波長になるような長さとしている。またマイクロストリップ線路2はコ字状に形成され、主線路と高周波的に結合させるために主線路とほぼ平行に配置する結合線路部10の長さは、主線路と十分な結合が得られるように18mmとした。またガラスエポキシ基板1の裏面には、マイクロストリップ線路2の一方の開放端に形成されたスルーホール6を介して接続する

素子接続用の電極パッド11が形成されている。この電極パッド11と接地電極7との間に、マイクロストリップ線路2の開放端を50Ωで終端するための終端抵抗12が接続されている。またマイクロストリップ線路2の他方の開放端は、図示しない高周波フロントエンド部の回路と接続されている。

[0022] 図2(b)において、ガラスエポキシ基板1の接地電極7のうち、基板表面の結合線路部10の両端に対向する部分に矩形状の切り欠き部13を2ヶ所設けている。切り欠き部13では、ガラスエポキシ基板1の縁端部から結合線路部10の線路幅方向にマイクロストリップ線路2の線路をすべて含むように接地電極7を取り除いている。本実施形態では、マイクロストリップ線路2に流れる電流の方向性を得るために切り欠き部13の長さを1mmとした。なお切り欠き部13の形状は、使用する基板材料やその厚みにより変更する必要がある。

[0023] 本実施形態のように結合線路部10に対向する接地電極7に切り欠き部13を設けることにより、結合線路部10と図示しない主線路との磁界結合量と電界結合量を同等になるように調整することができ、マイクロストリップ線路2に流れる電流の方向性を得ることができる。また切り欠き部13では、結合線路部10の線路をすべて含むように接地電極7を取り除いているため、電極パターン形成時に結合線路部10と接地電極7との位置ずれが生じたとしても、方向性に寄与するマイクロストリップ線路2と主線路間に発生する磁界および電界強度量の変化が小さい。このように本実施形態の構造にすることにより、方向性が確実に得られるマイクロストリップ線路型方向性結合器を得ることができる。

[0024] またマイクロストリップ線路2は、その両端部に50Ωの回路が接続された線路長が1/2波長の線路なので、その結合線路部の中央付近は電界強度が強い部分であり、主線路と電界結合しやすい部分である。そのため図2のように結合線路部10の中央付近の接地電極7を残してマイクロストリップ線路2と主線路とを主に磁界で結合させるようにし、電界結合量と磁界結合量を同等にすることにより、所望の方向性を得ることができる。

[0025] 本実施形態のような2GHz帯携帯電話用の方向性結合器において、従来のように基板裏面の接地電極全体を結合線路部の線路幅方向に後退させていた場合、1.9

～2. 1GHzの使用周波数帯域内における方向性は10dB程度と小さかった。しかし本実施形態のような構造にすることにより同じ帯域内での方向性が10dB改善されて20dBとなり、十分でかつ安定した方向性を得ることができた。なお本実施形態に使用した同軸線路はその断面が矩形状であるが、円形状等の別の形状でも構わない。

[0026] また第2の実施形態における接地電極の概略平面図を図3(a)に示す。第1の実施形態では、接地電極に設けた切り欠き部は2ヶ所であったが、本実施形態のように3ヶ所以上設けても構わない。切り欠き部20を複数設けることにより、結合線路部と接地電極とのパターン位置ずれによる方向性の変化量をさらに小さくすることができる。

[0027] また第3の実施形態における接地電極の概略平面図を図3(b)に示す。第3の実施形態は第2の実施形態の変形例であり、切り欠き部21はその一部が円弧で形成されている。本実施形態の効果は第2の実施形態と同様である。

[0028] また第4の実施形態における接地電極の概略平面図を図3(c)に示す。第4の実施形態は第2の実施形態の変形例であり、切り欠き部22は三角形形状に形成されている。本実施形態の効果は第2の実施形態と同様である。

[0029] 第2～4の実施形態では切り欠き部の形状が異なるものを示したが、これらの実施形態に示した切り欠き部の形状に準ずる形状であれば同様の効果が得られるものである。また切り欠き部はその形状を全て統一する必要はなく、部分的に異なる形状のものを採用しても良い。

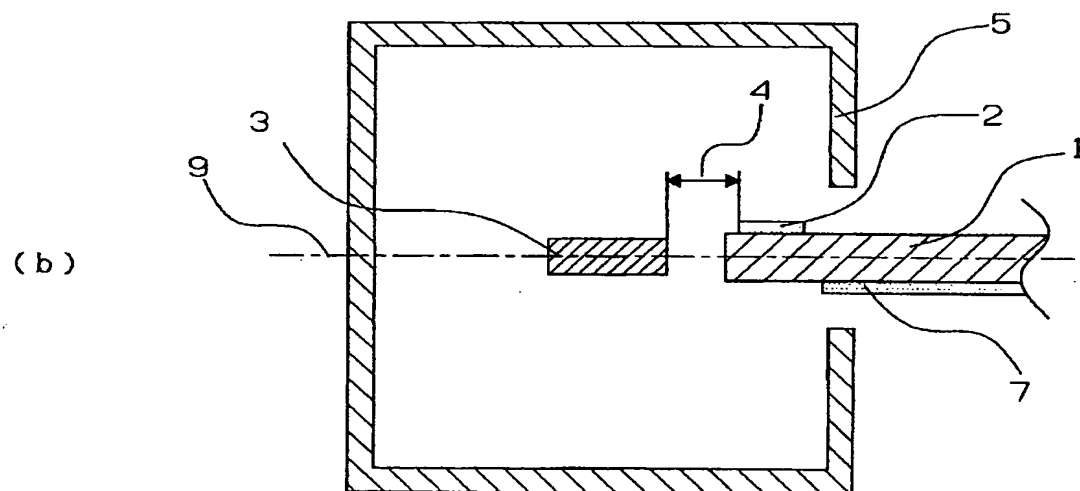
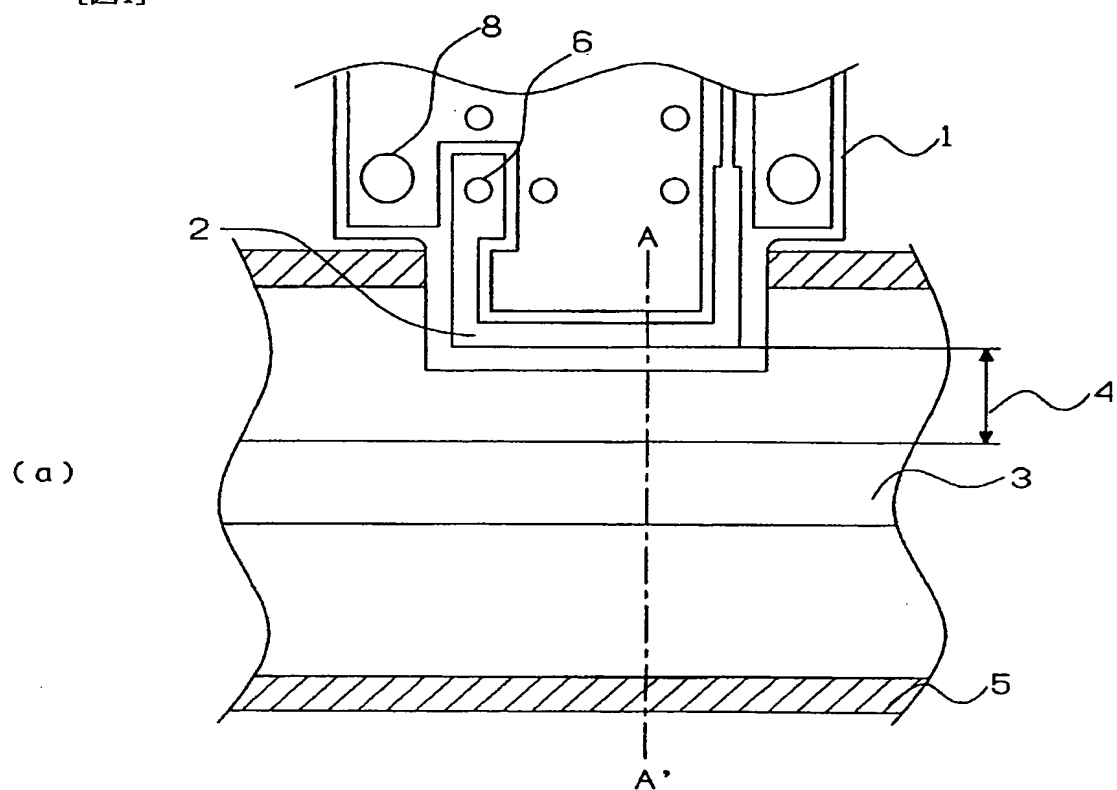
[0030] また第5の実施形態における主線路とマイクロストリップ線路の結合方法を示す概略断面図を図4に示す。本実施形態の構造では、マイクロストリップ線路30を形成した基板31を主線路である同軸線路の中心導体32の下部に配置している。回路面積等の制約がある場合、中心導体32の下部にマイクロストリップ線路30を形成した基板31を挿入することで電気特性を低下させることなく回路を小型にすることができる。



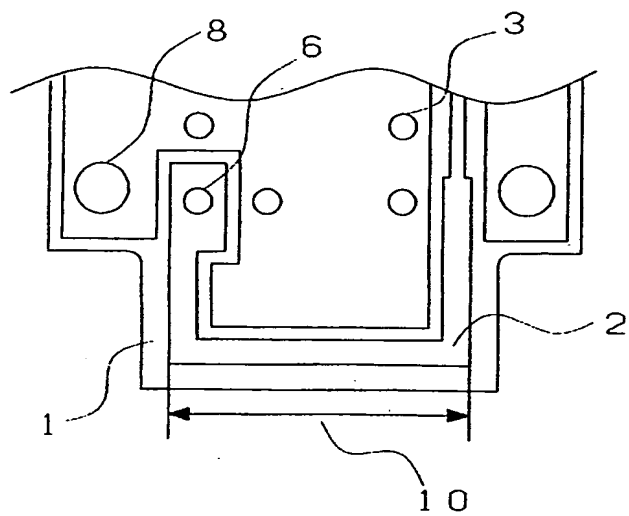
### 請求の範囲

- [1] 基板の一方主面に設けられた接地電極と、前記基板の他方主面に設けられて前記接地電極とともにマイクロストリップ線路を構成する線路部と、前記線路部の一部である結合線路部と高周波的に結合するように略平行に配置された主線路とからなる方向性結合器において、
- 前記結合線路部と前記基板を介して対向する前記接地電極の一部を前記基板の縁端部から前記結合線路部の線路幅の方向に少なくとも前記結合線路部を含んで切り欠いたことを特徴とする方向性結合器。
- [2] 前記接地電極を切り欠いた部分を前記結合線路部の長さ方向の両端部に設けたことを特徴とする請求項1に記載の方向性結合器。
- [3] 前記接地電極を切り欠いた部分が、前記接地電極を切り欠いていない部分よりも前記結合線路部と前記接地電極との間に生じる電界強度が弱い部分であることを特徴とする請求項1に記載の方向性結合器。
- [4] 前記主線路が同軸線路の中心導体であることを特徴とする請求項1ないし請求項3のいずれか1項に記載の方向性結合器。

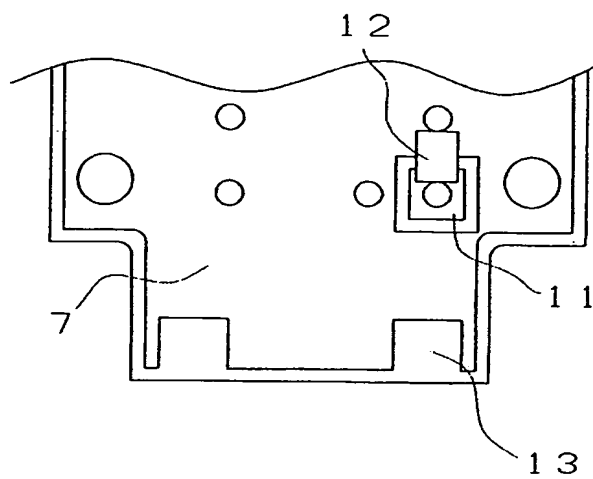
[図1]



[図2]



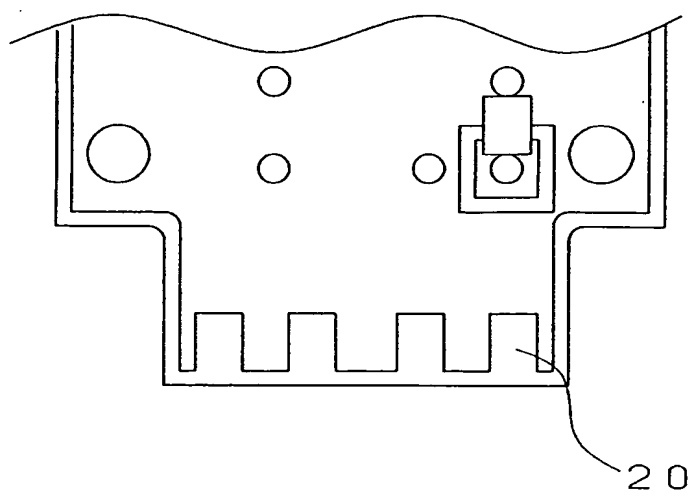
(a)



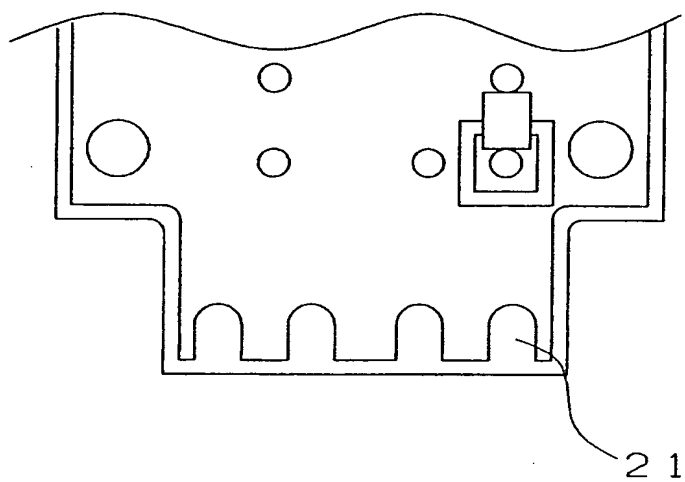
(b)

[図3]

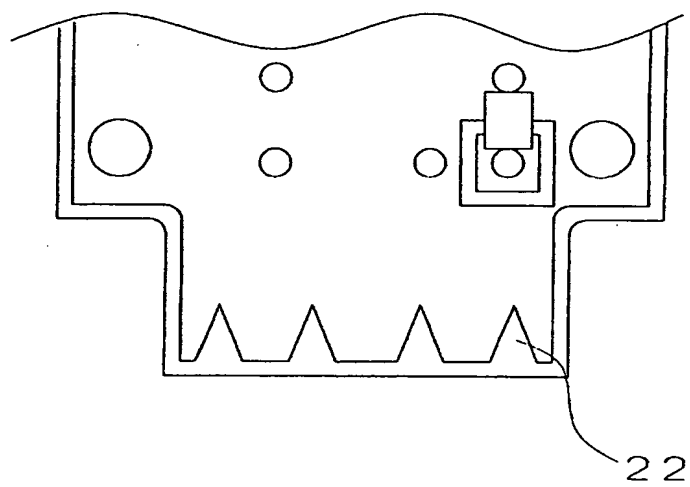
(a)



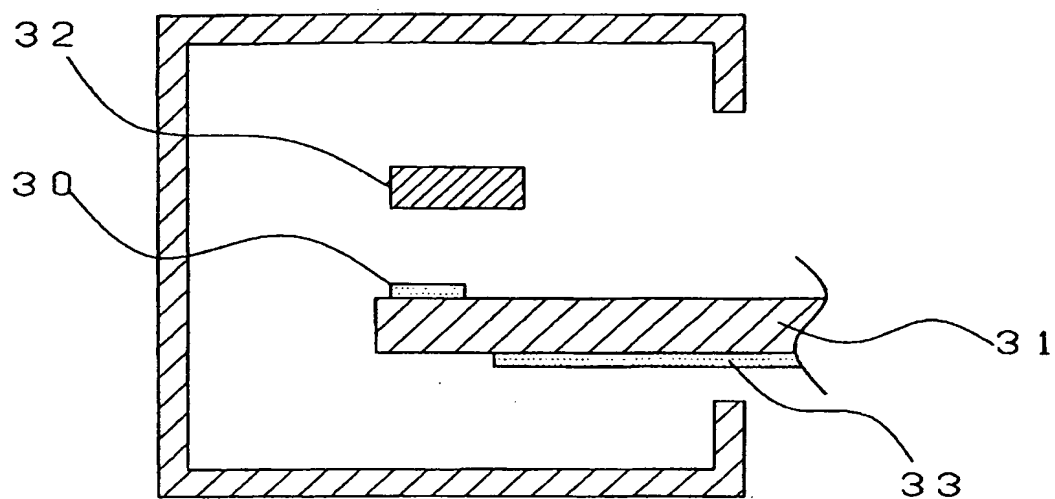
(b)



(c)



[図4]



[図5]

